Breve História da Terra 21

A origem da Terra está ligada à origem do sistema solar, dos demais planetas e de todas as estrelas. As galáxias constituem-se de um número incontável de estrelas que produzem energia e brilho de alta intensidade. Espaços interestrelares de densidade variável são denominados "buracos negros", de forte energia gravitacional, capazes de atrair e digerir qualquer matéria que se aproxime. A Via Láctea é a galáxia na qual se situa nosso sistema solar e nosso planeta, disperso entre milhares de outras galáxias.

Há 15 bilhões de anos toda a matéria e energia resumiam-se a um ponto com espaço relativamente pequeno, densidade e temperatura extremamente altas e com a matéria e a energia indistinguíveis. A partir deste ponto sem tempo ou espaço determinável houve a explosão que os físicos denominam *Big Bang*. A partir daí, a temperatura e a densidade da energia foram decrescendo, constituindo-se a matéria. As primeiras galáxias surgiram há 12 bilhões de anos, e a nossa Via Láctea há cerca de 4,6 bilhões de anos. O espaço consistia em uma substância diferente, conhecida como "energia negra", que fez o universo se expandir em velocidades variáveis e não homogêneas (Fig. 21.1).

Uma nebulosa resultante de uma estrela supernova sintetizou os elementos pesados que hoje constituem o Sol e seus planetas (Fig. 21.2). Com seu material em grande parte no estado líquido, cada planeta evoluiu para um núcleo metálico constituído essencialmente de Fe e Ni. Os meteoritos são fragmentos de matéria sólida proveniente do espaço. A maioria, por serem muito pequenos, se volatiliza pelo atrito ao atingirem a atmosfera terrestre, os maiores impactam com a Terra produzindo grandes crateras. As idades determinadas em meteoritos, entre 4,0 e 4,6 bilhões de anos, estão muito próximas daquelas obtidas de amostras coletadas na Lua. Essas pesquisas indicam que os materiais da Lua e dos meteoritos foram formados juntamente com a Terra na mesma sequência da evolução do Sistema Solar.

Entre 4.600 m.a. e 3.800 m.a. (Éon Hadeano) a Terra evoluiu de uma massa muito quente, sacudida por explosões, para uma fina crosta que retém a atmosfera composta de dióxido de carbono, amoníaco, metano, nitrogênio e vapor d'água. Durante esta fase o crescimento do campo gravitacional da Terra passa a atrair para o seu centro os elementos mais pesados, enquanto que os mais leves sobem à superfície (Fig. 21.3). No Éon seguinte, o Arqueano, que se estende até 2.500 m.a., embora a Terra ainda permanecesse muito quente teve início a formação dos continentes. No final do Éon houve grande redução das atividades vulcânicas e talvez a queda de meteoritos (Fig. 21.5).

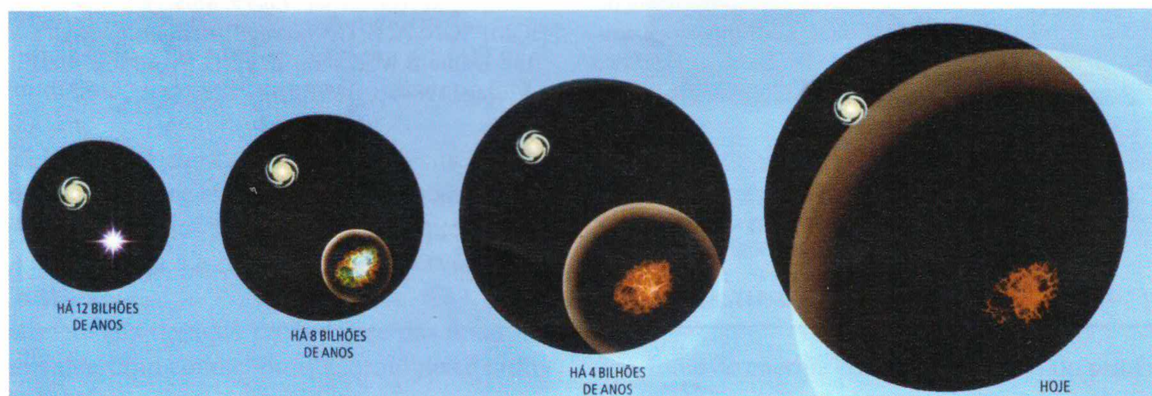


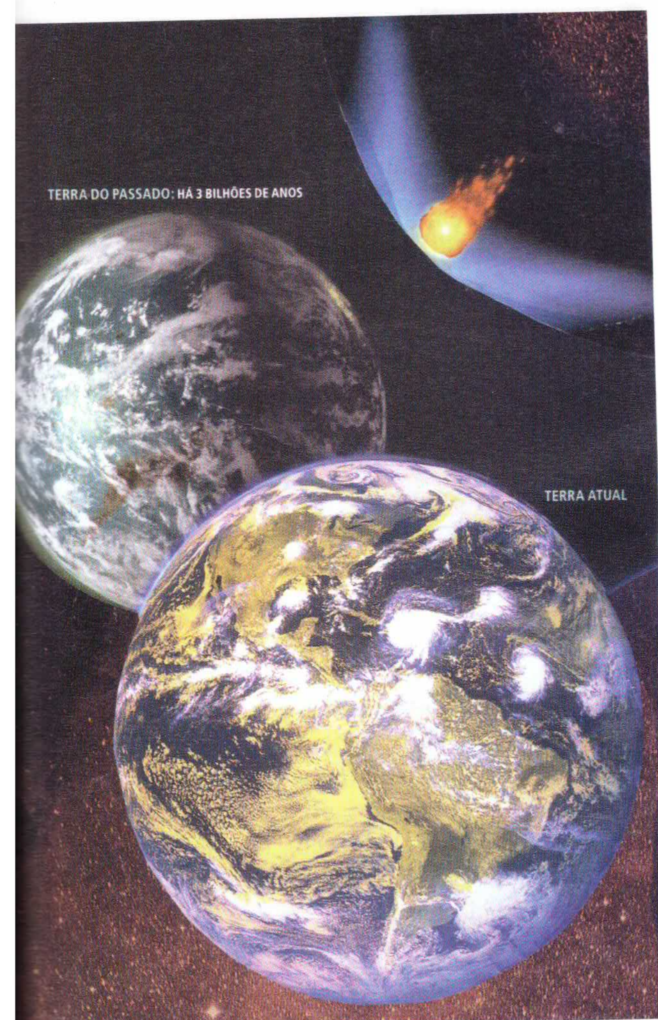
Fig. 21.1 De acordo com a teoria da Expansão Cósmica, a explosão de supernovas originou o Universo. (Fonte: *Scientific American Brasil*, n.º 7, 2009.)



. 21.2 Supernovas como marcadores da expansão do Uni-
so. (Fonte: *Scientific American Brasil*, n.º 7, 2009.)



Fig. 21.4 Websterito, rocha com mais de 2 bilhões de anos. Barra Velha, SC. (Foto do Autor.)



g. 21.3 A Terra há 3 bilhões de anos, com uma atmosfera de
óxido de carbono, amoníaco, metano, nitrogênio e vapor
'água, era atingida por meteoritos quando teve início a forma-
ão dos continentes.

O mineral mais antigo, o zircão, tem idade de aproximadamente 4 bilhões de anos. As rochas mais antigas que se conhecem hoje, que ocorrem na Groenlândia, têm idade de 3,8 bilhões de anos. No Brasil ocorrem rochas dessas idades em diversas regiões (Fig. 21.4). Naquela época já havia mares habitados pelas cianobactérias (células procariotas sem núcleo, datadas de 3.500 m.a.) que se acumulavam em camadas concêntricas de carbonato de cálcio denominadas estromatólitos. Algumas acumulações constituíram



Fig. 21.5 Meteorito de 150.000 toneladas atingiu a Terra há 50.000 anos, produzindo uma depressão de 1.200 metros de diâmetro por 180 metros de profundidade no Arizona, Estados Unidos. (Foto: Nasa.)

recifes de estromatolitos, sendo posteriormente substituídos em sua totalidade por recifes de corais.

21.1 Pré-Cambriano (4.600 m.a.–542 m.a.)

Termo informal que compreende os três primeiros Éons desde a formação da Terra até o início do Cambriano. Designam-se Hadeano os primeiros 600 milhões de anos da Terra, quando da formação de um núcleo de ferro rodeado por um manto, cujo resfriamento levou à formação de uma crosta com permanentes mudanças. A desintegração de elementos radioativos, como o urânio, resultou na formação do mineral mais antigo que se conhece, o zircão, há 4.400 m.a.

O Arqueano, Éon de mais longa duração, abrange o tempo transcorrido entre 4.000 m.a. e 2.500 m.a., caracterizado por intensos vulcanismos e a formação do maior volume da crosta terrestre. A formação dos primeiros oceanos e a combinação do dióxido de carbono com os gases da atmosfera primitiva (amônia, sulfeto de hidrogênio e hidrogênio) deu lugar aos primeiros compostos orgânicos. Com eles, surgiram as primeiras formas de vida anaeróbia, os procariotas (células sem núcleo e assexuadas), os quais obtinham sua energia a partir do hidrogênio e seu carbono do dióxido de carbono, gerando por meio de sua respiração o gás metano. Compostos grafitosos de 3.800 m.a. foram encontrados na Groenlândia. O registro dos primeiros procariotas, as cianobactérias, data de 3.500 m.a., quando começaram a sintetizar a luz solar e a produzir oxigênio. Seu modo de vida colonial propiciou grandes depósitos dessas cianobactérias, intercaladas com depósitos de carbonato de cálcio, formando grandes recifes conhecidos como estromatólitos.

No Éon Proterozoico (2.500 m.a.-542 m.a.), a história da acumulação do oxigênio na atmosfera está registrada nas listras vermelhas da calcedônia e na formação da hematita, também bandada, onde é possível observar as variações periódicas nos níveis de oxigênio produzido pelas bactérias. O excesso de oxigênio produzido possivelmente foi uma das causas da extinção desses organismos primitivos.

Níveis estáveis de oxigênio foram alcançados há 2.000 m.a., evidenciados nos arenitos e argilitos continentais avermelhados, ausentes em rochas mais antigas.

A filtração de raios solares pela camada de ozônio recém-formada permitiu a evolução dos protistas (células com núcleo) nos primitivos oceanos. Evidências indicam que o metabolismo aeróbio (fotossíntese) ocorreu há 2.200 m.a. Os estromatólitos tornam-se mais abundantes no início do Eon, declinando no final (700 m.a.). Micro-organismos com parede orgânica, os acritarcos, com importância bioestratigráfica, estão registrados em folhelhos e siltitos com idade de 1.400 m.a.

Rodínia foi o primeiro supercontinente formado (1.100 m.a.), fragmentando-se no final do Proterozoico (750 m.a.), proporcionando o aparecimento do oceano Pantalássico, conjugado com o avanço de macroplacas (resultantes da fragmentação) em direção às regiões polares, formando-se a primeira e mais extensa glaciação conhecida. No final do Proterozoico essas placas continentais uniram-se para formar um novo continente no hemisfério sul, o Pannotia, com elevações de montanhas.

No decorrer desse tempo, organismos monocelulares mais complexos evoluíram para dar origem às plantas e aos animais multicelulares no final do Proterozoico, incluindo-se aqui a conhecida Fauna de Ediacara, nome que originou a denominação do último período do Éon, o Ediacarano, cuja idade situa-se entre 575 m.a. e 542 m.a. Os fósseis ediacaranos são de animais de corpo mole, diversificados, e extinguiram-se no final do período.

21.2 Éon Fanerozoico (542 m.a.–2.000 anos)

21.2.1 Era Paleozoica

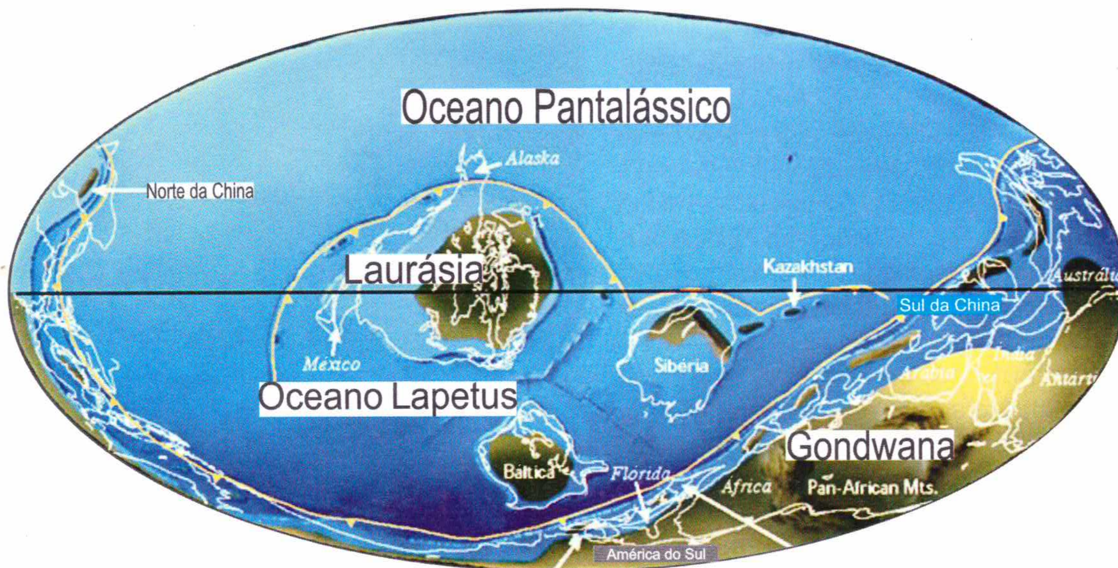
Período Cambriano (542 m.a.-488 m.a.)

Cambriano vem da palavra Cambria, região ao sul de Gales, onde foram estudadas as primeiras rochas pertencentes a esse período.

Nos primórdios do Cambriano iniciou-se a fragmentação do supercontinente Pannotia e o início da formação do continente Gondwana, do continente Laurência-Báltico e do continente Sibéria (Fig. 21.6). O degelo e a consequente elevação do nível do mar, até então pouco profundo, favoreceram a proliferação de organismos cuja diversidade e quantidade encontram-se registradas nos sedimentos por meio de fósseis com conchas ou esqueletos e por vestígios (icnofósseis). Praticamente todos os grupos de invertebrados estavam presentes. Desenvolveram hábitos bentônicos móveis e escavadores, aperfeiçoamento das carapaças, mecanismos de defesa como células urticantes, desenvolvimento da visão (olhos simples e compostos), mecanismos estes que facilitaram a grande explosão de invertebrados durante o Cambriano: esponjas, cnidários, briozoários, braquiópodes, moluscos, equinodermas, graptólitos, artrópodes (trilobita), arqueociatas e possivelmente os primeiros cordados. Não obstante esta diversificação, pouco se sabe sobre a origem e a evolução desstes organismos e a ancestralidade das formas atuais de invertebrados.

O período termina há 488 m.a. registrando uma extinção em massa, fenômeno de causa incerta, levando ao desaparecimento da maioria dos organismos que não tiveram meios de adaptar-se às novas condições ambientais. As capas de gelo formadas e o avanço do gelo para os mares

Cambriano – 534 m.a.



ig. 21.6 Distribuição dos continentes no período Cambriano. (Fonte: Paleomap Project, http://scotese.com.)

usaram a diminuição da temperatura oceânica e a redu-io do oxigênio nas águas, obrigando os organismos a mi-rarem para regiões mais profundas, uma vez que o abai-amento do nível do mar reduziu as regiões de mar pro-ndo.

Período ordoviciano (488 m.a.-443 m.a.)

Com duração de aproximadamente 44 milhões de anos, i uma fase de enorme biodiversidade. O nome ordovici-no provém de uma tribo celta que habitava a região de ales, conhecida como Ordovices.

Com a movimentação das placas litosféricas formaram- mares pouco profundos onde foram depositadas rochas lcárias e sedimentos finos e escuros, ricos em graptóli-s, animais de esqueleto quitino-fosfático, bons indicado-s bioestratigráficos de temperatura e profundidade da gua naquele tempo (Fig. 21.7). Organismos que sobrevi-eram à crise do Cambriano, como alguns trilobitas, sofre-m novas adaptações e novas formas surgiram, extinguin-o-se no Permiano. Fato importante na evolução dos orga-ismos foi o aparecimento dos ostracodermes, peixes sem andíbulas e com carapaça externa. Outra evidência dos rimitivos cordados são os conodontes, muito utilizados na atação das rochas.

No final do período uma glaciação com registros em versas regiões da Terra alterou o ecossistema e extinguiu 0% da vida marinha. O continente de Gondwana atinge o lo sul e cobre-se de geleiras, caindo as temperaturas e aixando o nível do mar, enquanto em outras regiões for-aram-se grandes depósitos de evaporitos. Em sedimen-



Fig. 21.7 Graptozoário da formação Trombetas, Siluriano da Bacia do Amazonas. (Foto: Sérgio F. Bock.)

tos continentais surgiram as primeiras plantas não vasculares, com talos e sem folhas.

Período siluriano (443 m.a.-416 m.a.)

O nome Siluriano também provém de uma tribo celta, ao sul de Gales, os Silures.

No início desse período, à medida que o gelo derretia-se e subia o nível do mar as populações marinhas voltavam a expandir-se, principalmente nas regiões equatoriais junto ao continente Euroamericano. As colisões das placas formaram uma cordilheira de montanhas que bordeava os Estados Unidos, continuando pela Inglaterra, Groenlândia e Noruega, junto ao oceano Ártico (Fig. 21.8).

Com o restabelecimento do clima o mar transgrediu sobre vários continentes e a vida voltou a proliferar-se, constituindo enormes recifes calcários, bem como o desenvolvimento de braquiópodes, moluscos, conodontes e estromatoporoides. Os peixes tiveram rápida expansão e atingiram a água doce. Apareceram os primeiros peixes ósseos, diversificando-se com rapidez.

Nesse período apareceram as primeiras plantas com sistema vascular primitivo, que conduzia água e alimento das raízes às folhas, as licophitas. Aparecem os artrópodes aquáticos, aracnídeos e miriápodes.

Período devoniano (416 m.a.-359 m.a.)

As rochas deste período foram estudadas pela primeira vez em Devon, região da Inglaterra. A Terra dividia-se em três continentes, Euroamericano, Gondwana e Siberiano.



Fig. 21.9 Australopirifer, braquiópodo Devoniano da Bacia do Paraná. (Foto: J. J. Bigarella.)

O clima era quente, com extensas plataformas rasas capazes de desenvolver recifes e grande variedade de fauna marinha, encontrada como fósseis de ammonites, braquiópodes, conodontes, corais, equinodermes, nautiloides etc. (Figs. 21.9 e 21.10). Os trilobitas evoluíram, produzindo carapaças mais resistentes aos predadores (Fig. 21.11). Os vertebrados eram representados pelos peixes, alguns gigantescos (placodermes) que mediam mais de 10 m de comprimento.

Nesse período os peixes sofreram uma grande evolução, culminando com as formas pulmonadas e com nadadeiras lobadas, os crossopterígios, ancestrais dos anfíbios.

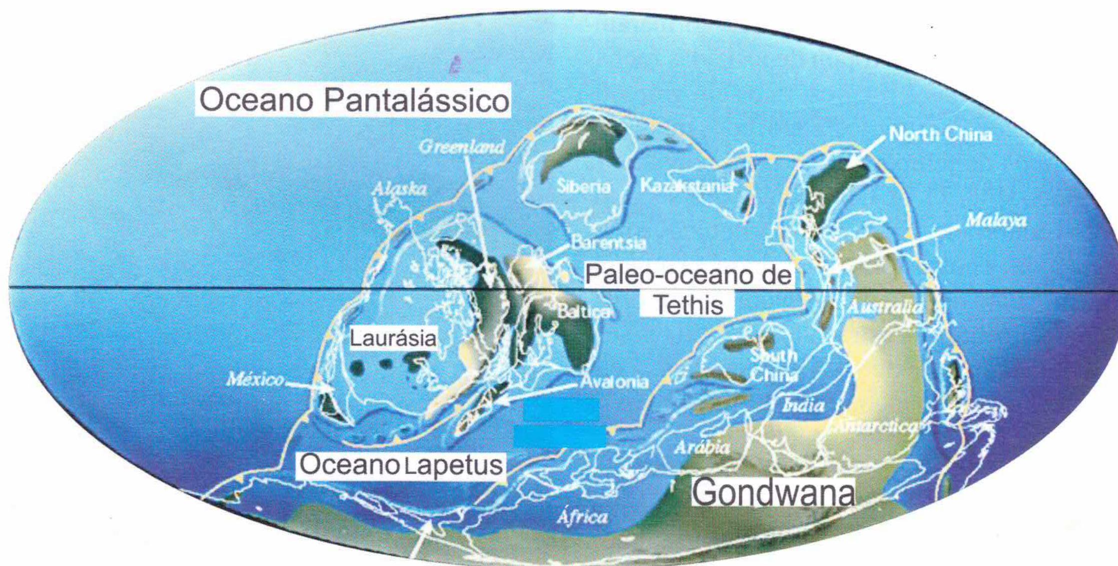


Fig. 21.8 Distribuição dos continentes no período Siluriano. Desde o Ordoviciano Superior o continente Gondwana se estabelece no polo sul e cobre-se de geleiras. (Fonte: Paleomap Project, http://scotese.com.)

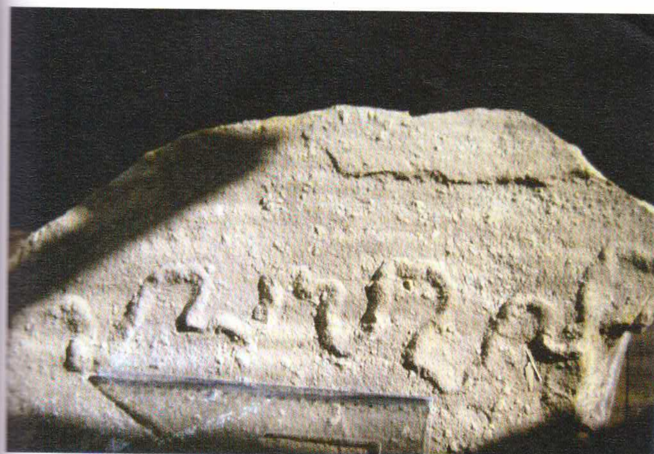


Fig. 21.10 Tubos de vermes em arenitos da Formação Furnas, Devoniano da Bacia do Paraná. (Foto do Autor.)



Fig. 21.11 Trilobita do Devoniano da Bacia do Paraná. (Foto: J. J. Bigarella.)

As plantas com sementes expandiram-se sobre a Terra (gimnospermas), formando-se as primeiras florestas no final do período, garantindo a vida de insetos voadores e de anfíbios que se deslocavam nesse ambiente.

Um resfriamento no clima, a diminuição do nível do mar e talvez, segundo alguns pesquisadores, o impacto de meteoritos reduziram as espécies de animais em 80%, e 20% das famílias desapareceram, afetando os amonites, braquiópodes, conodontes e trilobitas e caracterizando um grande evento de extinção em massa.

Período carbonífero (359 m.a.-299 m.a.)

Seu nome origina-se das camadas de carvão que ocorrem na Europa Ocidental e no Reino Unido. Na América do Norte divide-se em dois subperíodos: o Mississippiano e o Pensilvaniano, assinalados em 318 milhões de anos.

Nesse período os peixes ósseos diversificaram-se consideravelmente, em detrimento de outras espécies. As populações de amonoides, braquiópodes, blastoides, briozoários e crinoides tiveram suas populações revigoradas. Extensos depósitos de calcários formaram-se à custa da acumulação de carapaças de fusilinídeos Esses níveis constituem fósseis-guias para o carbonífero. Apenas uma ordem de trilobitas sobreviveu, os proétidos. Em terra, o ambiente úmido dos pântanos propiciou a diversificação das licófitas. Os insetos primitivos do Devoniano desenvolveram-se, aumentaram de tamanho e ocuparam novos espaços. O oxigênio da atmosfera atingiu 35% devido ao desenvolvimento vegetal nos pântanos e bosques, habitados por artrópodes gigantes. Os répteis apareceram durante o carbonífero, descendentes dos anfíbios do Devoniano, porém em número reduzido.

Um dos maiores eventos do Carbonífero foi o aparecimento do ovo amniótico. Esses ovos têm uma membrana rija e impermeável à água, de modo que não secam, possibilitando que fossem postos em terreno seco. Esta mudança permitiu aos quadrúpedes reproduzirem-se em terra, colonizando os continentes. Nos pântanos desenvolveram-se pteridófitas (samambaias, esfenófitas e licófitas) que atingiram até 30 m de altura. Essa vegetação produziu as camadas de carvão encontradas em diversas bacias carboníferas do mundo. Durante o Carbonífero os imensos continentes Euroamérica e Gondwana continuavam sua aproximação. O Gondwana compreendia a Antártica, Austrália, África, parte da Ásia (Índia) e América do Sul. O polo estaria na parte sul do continente africano, produzindo glaciações simultâneas na hoje África do Sul, parte da Antártica e parte da América, alcançando, no final do período, a Índia. Espessos depósitos glaciais de diversas naturezas do Carbonífero são encontrados na Bacia do Paraná.

Período permiano (299 m.a.-251 m.a.)

Este período teve início há 299 milhões de anos, estendendo-se por 48 milhões de anos. O nome deriva da região de Permia, próximo dos Urais, na Rússia. A biodiversidade de plantas, artrópodes e anfíbios prossegue, embora tenha havido uma grande redução de bosques e pântanos com um clima mais seco. As coníferas povoam as regiões dos bosques. Os répteis se diversificam, adaptando-se às mudanças rapidamente. Os anfíbios têm seu tamanho reduzido (Fig. 21.12). Répteis enormes, como os Terapsidos, talvez de sangue quente e com pelagem similar a mamíferos, habitam o continente (Fig. 21.13). No final do período aparecem os primeiros arcossaurios, antecessores dos dinossauros triássicos.

Nos oceanos permanece a mesma fauna do período Carbonífero (Fig. 21.14). Os Trilobitas extinguem-se no final do período. Os Amonoides se diversificam em carapaças com forma de espiral, constituindo um fóssil-guia característico das camadas superiores daquela idade. Os



Fig. 21.12 Anfíbio tetrápoda que viveu entre o Carbonífero e o Permiano.



Fig. 21.14 Bivalve da Formação Rio Bonito, Permiano da Bacia do Paraná. (Foto: Sergio F. Beck.)

tubarões já dominavam os oceanos. No início do Permiano o Pangeia constituía o continente único, cercado pelo oceano Pantalassa, estendia-se de polo a polo contendo o mar de Tétis, dada sua forma de "C". O oceano sofreu uma diminuição de profundidade das áreas das plataformas num continente de clima seco, terminando numa das maiores catástrofes sofrida pelos seres que habitavam a Terra, extinguindo 90% das espécies marinhas e 70% das espécies terrestres, incluindo alguns tipos de insetos, plantas e vertebrados. Os registros fósseis desse período, dada a sua dimensão, são encontrados em todo o mundo. O clima árido nos continentes aparece no registro geológico sob a forma de depósitos desérticos, dunas, evaporitos etc. É possível que seguidas erupções vulcânicas tivessem produzido gases e cinzas, causando a extinção dos seres vivos, além da influência da glaciação no Gondwana.



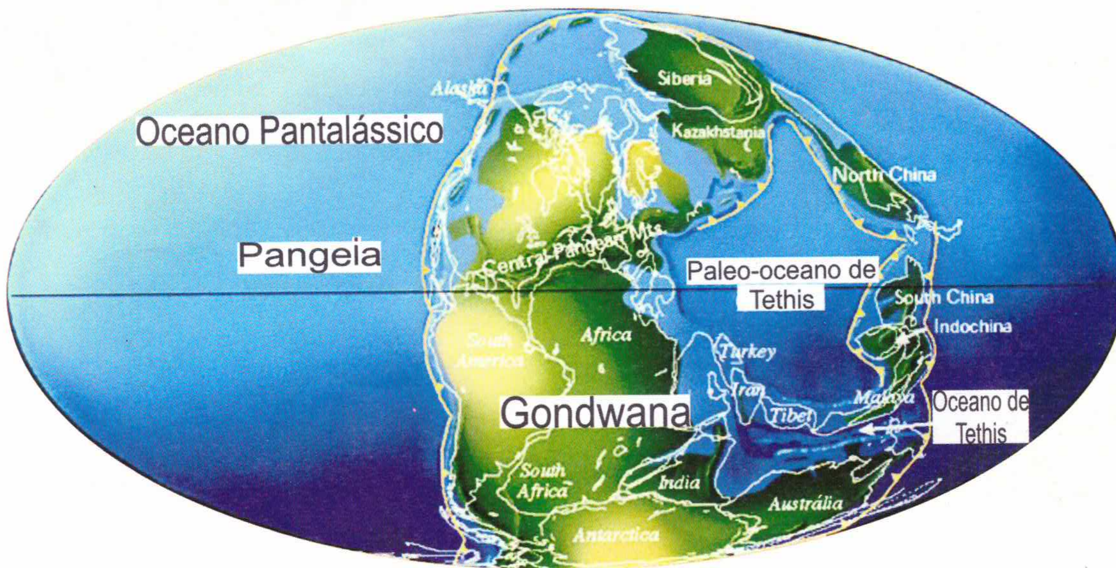
Fig. 21.13 Paisagem do Permiano Superior habitada pelo mamífero com trações de réptil *Dinocephalium*. (Museu de Cape Town, África.)

21.2.2 Era Mesozoica

Período triássico (251 m.a.-199 m.a.)

O nome Triássico refere-se às três camadas sedimentares a noroeste da Alemanha e noroeste da Europa por Frederich von Alberti, em 1834.

No interior do vasto continente Pangeia dominava o clima quente e seco com depressões repletas de sais, enquanto na costa de condições tropicais dominavam as florestas de Coníferas. No Triássico Médio iniciou-se a desagregação do supercontinente Pangea e a separação do Gondwana e da Laurásia, acompanhadas por intensa atividade vulcânica, resultando em extensos derrames de lavas basálticas sobre os continentes, concomitantemente com a subducção do solo oceânico e a sua consequente expansão. A idade das rochas vulcânicas que formam a crosta foi determinada em 200 m.a. Surge extensa cordilheira vulcânica que se estende por toda



ig. 21.15 Distribuição dos continentes durante o período Permiano. (Fonte: Paleomap Project, http://scotese.com.)

costa oeste do continente, desde o Alasca até o Chile, elendo os Andes e a Cordilheira Norte-Americana.

Os répteis desse período testemunham um bom exemplo e irradiação adaptativa (padrão evolutivo caracterizado por na rápida diversificação a partir de um ancestral comum), nhecida com irradiação dos Sinapsidas, originada no Periano, constituindo os possíveis ancentrais dos mamíferos. esse período os répteis conquistaram todos os hábitats, uáticos, terrestres e aéreos. Os dinossauros eram pequeos, velozes e eficientes, ocupando grande parte do ambinte terrestre (Fig. 21.16). Nos mares surgiram os corais escleractíneos, que predominam na composição dos recifes atuais. Uma extinção em massa no final do período culminou com o desaparecimento de 35% das famílias existentes.

Período jurássico (199 m.a.-145 m.a.)

O período deriva seu nome dos montes de Jura, limite entre a França e a Suíça. Prossegue o fenômeno da deriva continental, com a separação da África e da América do Sul, juntamente com um imenso vulcanismo basáltico, formando diversos oceanos entre as placas litosféricas (Fig. 21.17). O clima era ameno, resultando no desaparecimen-



Fig. 21.16 Raro esqueleto de um dinossauro do Triássico (*L'herrerasaurus eschigualastensis*). (Museu de Tucuman, Argentina, foto de J. F. Bonaparte.)

Jurássico – 195 m.a.

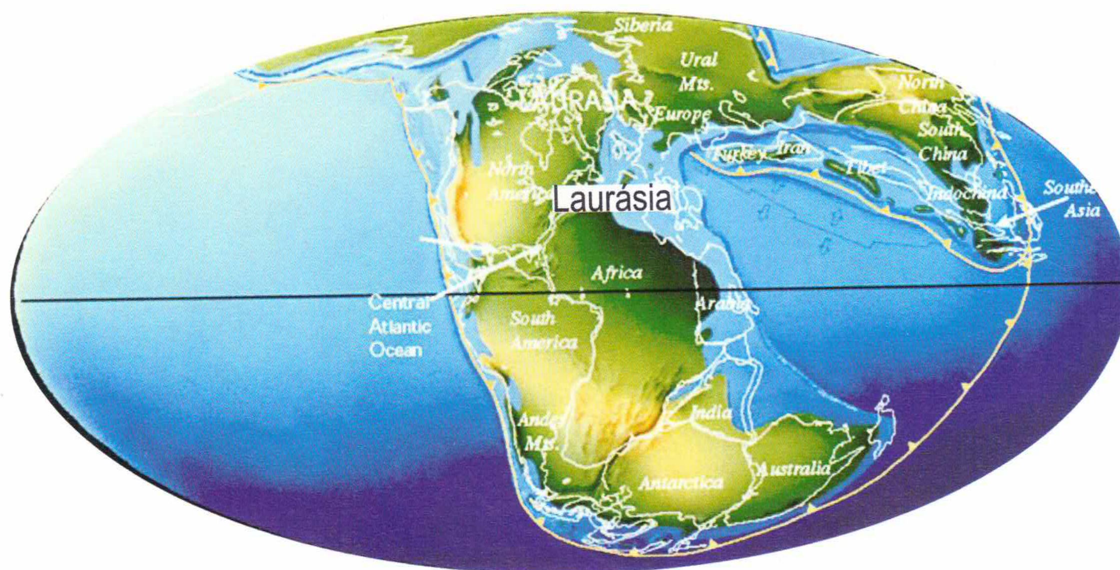


Fig. 21.17 Distribuição dos continentes no período Jurássico. (Fonte: Paleomap Project, http://scotese.com.)

to dos grandes desertos e depósitos salinos. Ocorre um aumento do nível do mar em consequência do derretimento do gelo nos polos. A inundação das plataformas continentais permitiu a diversificação da vida marinha, especialmente dos micro-organismos planctônicos como os foraminíferos, ostracodes, radiolários etc.

Forma-se petróleo em diversas bacias, como no Mar do Norte e no Golfo do México; na costa brasileira somente no período seguinte, o Cretáceo, haverá geração de óleo nas bacias de plataforma continental.

Na fauna marinha abundam os recifes de corais, escleractineos, amonites e belemnites, entre outros. No continente, os dinossauros aumentam em quantidade e variedade. A estrutura de sua pélvis, diferenciada de outros répteis, permitiu uma postura ereta, veloz e eficiente, exemplificada pelos saurópodes, dinossauros herbívoros de dimensões jamais alcançadas sobre a Terra. Fato relevante para a evolução foi a descoberta de fósseis do *Archaeopteryx*, com dentes e penas, possivelmente descendentes dos dinossauros e ancestral das aves.

Cinturões de gabros, magmas com composições modificadas provenientes de regiões mais profundas do manto, na Antártica e na Tasmânia, apontam para as primeiras fases de rompimento e separação do continente Gondwana, separando a Austrália da Antártica e da Tasmânia.

Período cretáceo (145 m.a.-65 m.a.)

O período tem seu nome derivado do latim *Creta*, que significa giz, descrito em 1822 e referente a depósitos de gipsita na Bacia de Paris.

As atividades tectônicas formaram cordilheiras meso-oceânicas associadas à deriva continental, elevando o nível do mar, provocando transgressões marinhas sobre os continentes (Fig. 21.18). O clima no Cretáceo foi uniformemente quente, pois não havia gelo nos polos, propiciando condições favoráveis ao desenvolvimento da vida nos oceanos.

A contínua separação dos continentes implicou uma acentuada diferença da flora e da fauna que habitava tanto os continentes do norte quanto os do sul, sendo atribuída à união dos oceanos Atlântico Norte e Sul ao final do Cretáceo.

Os mares eram dominados por cefalópodes do tipo amonites e belemnites (extintos no final do período), foraminíferos planctônicos, proliferando também os equinodermes, como estrelas e ouriços do mar e as diatomáceas de carapaça silicosa, cujo acúmulo formou grandes depósitos de diatomitos. Répteis marinhos, como os ictiossauros e plesiossauros, além de peixes como tubarões e arraias, eram comuns, destacando-se a grande diversificação dos peixes teleósteos. No continente surgiram as angiospermas (plantas com flores), constituindo significativo avanço evolutivo que proporcionou uma grande diversificação dos insetos. Os dinossauros alcançaram o ápice de sua diversificação, com destaque para o *tyrannosaurus* e o *triceratops* (Fig. 21.19).

Uma extinção em massa de grande envergadura provocou o desaparecimento de aproximadamente 50% das espécies e 35% das famílias, incluindo os amonites, belemnites e os dinossauros. As plantas praticamente não foram

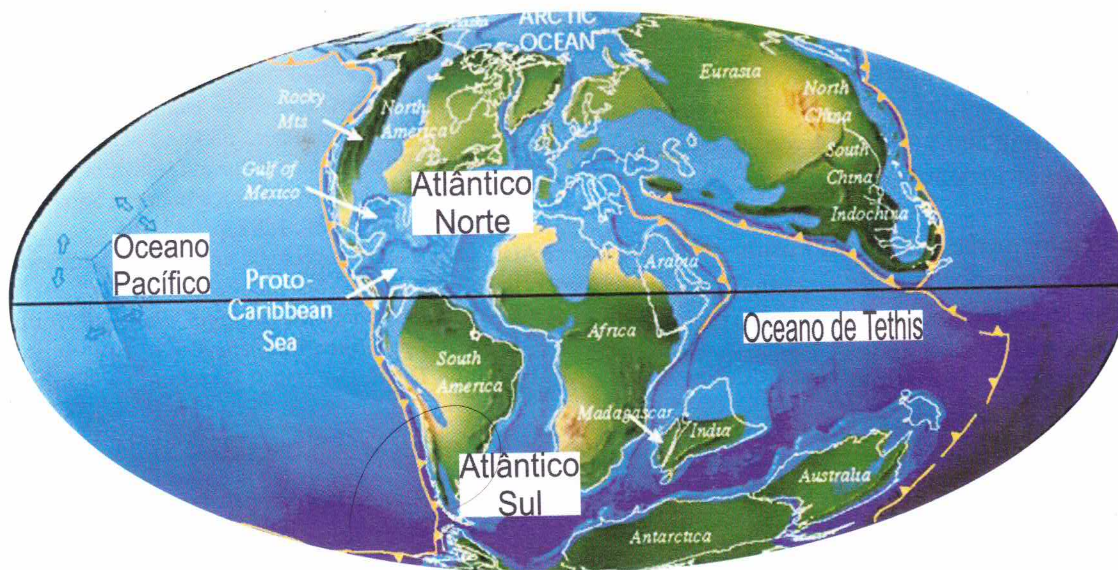


Fig. 21.18 Distribuição dos continentes no período Cretáceo. (Fonte: Paleomap Project, http://scotese.com.)

afetadas por este grande evento de extinção, e os mamíferos passaram a ocupar os espaços deixados pelos répteis.

Para as causas deste evento, conhecido como evento K/Tr, muitas hipóteses são aventadas, tais como uma drástica troca de temperatura, variação da salinidade e do nível do mar, concentração de oxigênio, radiação cósmica e impactos de meteoritos, possivelmente atuando em conjunto. Tudo indica que uma catástrofe natural provocou uma mudança rápida do clima, em consequência da queda de um grande meteorito com dimensões entre 10 e 15 km na península de Yucatán, no México, e afloramentos de basaltos nos lagos de Deccan, na Índia, também como evidências desses acontecimentos. A concentração de irídio encontrada em estratos do final do Cretáceo e início do Terciário apontam para as causas desses fenômenos.

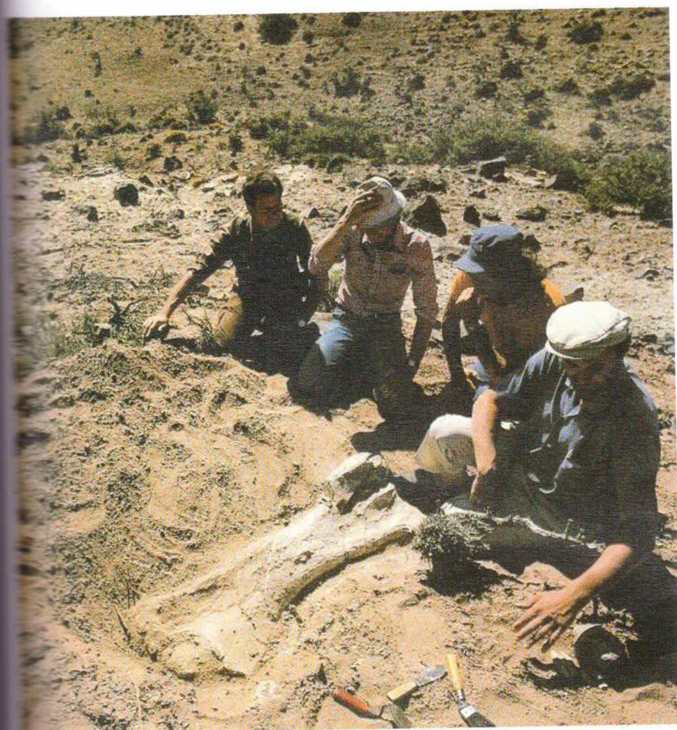


Fig. 21.19 Escavação de um úmero gigante de saurópode do Cretáceo. Rio Negro, Argentina. (Foto: J. F. Bonaparte.)

21.2.3 Era Cenozoica (65 m.a.-1.800.000 Anos)

Conhecida com a era da nova vida, ou era dos mamíferos, quando os continentes atingiram suas posições atuais e o aparecimento e a irradiação dos primatas culminou com a separação entre os macacos africanos e os hominídeos, entre 6 e 4 milhões de anos.

Período paleógeno (65 m.a.-23 m.a)

O termo significa "nascimento antigo" e engloba o conhecido Terciário superior e médio (Paleógeno, Eoceno e Oligoceno). Uma grande irradiação dos mamíferos originou a maioria dos representantes extintos e atuais desta classe, representados pelos monotrêmatos, marsupiais e placentários. Surgiram as gramíneas, fonte renovável de alimentos para os herbívoros, levando ao desenvolvimento dos dentes molares. No final do período, a Antártica separa-se da América do Sul e a temperatura começa a baixar muito rapidamente.

Período neógeno (23 m.a.-1.800.000 anos)

Dividido em duas épocas, Mioceno e Plioceno, esta denominação significa o "novo início", referindo-se à representação de quase todas as famílias de organismos modernos na Terra. Os continentes estão próximos a suas posições atuais. As Américas estão conectadas pelo istmo do Panamá. A distribuição e o bloqueio de correntes marinhas levam a um esfriamento dos oceanos.

Período quaternário (1.800.000 anos-recente)

Período mais recente do tempo geológico, correspondente à última fase do tempo geológico proposto por Arduíno em 1760. Divide-se em duas épocas: Pleistoceno e Holoceno.

O Pleistoceno é a época que abrange os episódios glaciais sucessivos mais recentes, quando 30% da superfície terrestre estiveram cobertos por gelo. O nível do mar era baixo e grandes lagos se formaram. A América do Norte conectava-se com a Ásia pelo Estreito de Bering.

Encerrando o período Quaternário, começa há 11.000 anos a época chamada Holoceno, considerada um período interglacial dentro da atual idade do gelo. Há 2 milhões de anos apareceu o gênero *Homo*, e há 130.000 anos surgiu o homem modermo, o *Homo sapiens*. Os grandes mamíferos, como os mastodontes, tigres-dentes-de-sabre e preguiças gigantes, se extinguiram. A proliferação dos hominídeos em todos os continentes guarda uma forte relação com a redução de mamíferos, aves não voadoras e répteis, praticamente igualando o ritmo das extinções que ocorreram em outras épocas do passado.

Bibliografia

CARVALHO, I. S. *Paleontologia*. Rio de Janeiro: Interciência, 1119 p.

EICHER, D. L. *Tempo geológico*. São Paulo: Edgard Blücher/ EDUSP, 1969. 173 p.

FERREIRA, F. J. F. Alinhamentos estruturais-magnéticos da região centro-oriental da bacia do Paraná e seu significado tectônico. In: *Geologia da bacia do Paraná*: reavaliação da potencialidade e prospectividade em hidrocarbonetos. São Paulo: Paulipetro-Consórcio CESP/IPT, 1982. p. 143-166.

FAUL, H. A history of geologic time. *American Scientist*, v. 66, n. 2, p. 159-65, 1978.

GOHAU, G. *História da geologia*. Portugal: Europa-América, 1987. 204 p. (Fórum da Ciência, 2.)

LEWIS, C. *The dating game*: searching for the age of the Earth. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 253 p.

LONG, L. E. *Geology*. 9. ed. Boston, Ma: Pearson Custom Publishing, 1999. 558 p.

McALESTER, A. L. *História geológica da vida*. São Paulo: Edgard Blücher, 1971.

MENDES, J. C. *Paleontologia básica*. São Paulo: T. A. Queiroz/ EDUSP, 1988. 347 p.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. *Para entender a Terra*. 4. ed. Tradução de Menegat, R. Porto Alegre: Bookman, 2006. 656 p.

SALGADO-LABORIAU, M. L. *História ecológica da Terra*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1994, 307 p.

SCHOPF, J. W. (Ed.) *Major events in the history of life*. Boston: Jones and Bartlett Publishers, 1992. 190 p.

STEINER, C.; FOX, H. A.; VENKATAKRISNAN, R. *Essentials of geology*. New York: Worth Publishers, 1997. 411 p.

TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLIM, F. *Decifrando a Terra*. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2000. 623 p.

LTC — Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda.
Uma editora integrante do GEN | Grupo Editorial Nacional

Travessa do Ouvidor, 11
Rio de Janeiro, RJ – CEP 20040-040
Tel.: 21-3543-0770 / 11-5080-0770
Fax: 21-3543-0896
ltc@grupogen.com.br
www.ltceditora.com.br

Capa: Christian Monnerat

Imagens da capa (de cima para baixo): Arenito navajo (The Wave. Foto de Michael Connors); dobras atectônicas em sedimentos do Grupo Itararé (Foto de José Henrique Popp); turbidito proterozoico na SC-470, Santa Catarina (Foto de José Henrique Popp); turmalinas (Foto de Antonio Liccardo).

Editoração Eletrônica: *Gabi e Lucas Serviços de Datilografia E. A. Gráfica Ltda.-ME*

1.ª edição: 1979
2.ª edição: 1981 – Reimpressão: 1983
3.ª edição: 1984 – Reimpressão: 1985
4.ª edição: 1987 – Reimpressões: 1988, 1991, 1994 e 1995
5.ª edição: 1998 – Reimpressões: 1999, 2002, 2004, 2007, 2009 (duas impressões)

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO-NA-FONTE
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

P866g
6.ed.

Popp, José Henrique, 1939-
Geologia geral / José Henrique Popp. - 6.ed. - Rio de Janeiro : LTC, 2010.

Contém glossário
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-216-1760-0

1. Geologia. I. Título.

10-2796. CDD: 550
CDU: 551